



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

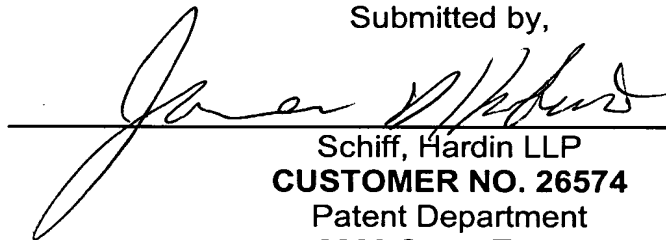
APPLICANTS: Schmidhammer et al. CONFIRMATION NO.: 9244
SERIAL NO.: 10/826,089 GROUP ART UNIT: 2817
FILED: April 16, 2004
TITLE: "DUPLEXER WITH EXTENDED FUNCTIONALITY"

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

S I R:

Applicants herewith submit a certified copy of German Application No. 103 17 969.0, filed in the German Patent and Trademark Office on April 17, 2003, on which Applicants base their claim for convention priority under 35 U.S.C. §119.

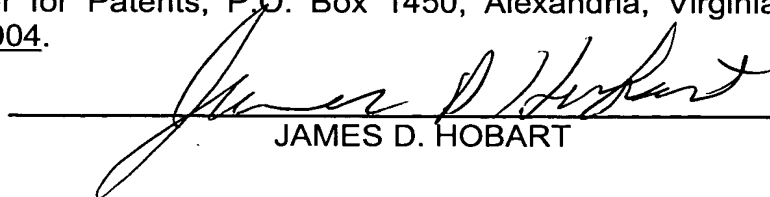
Submitted by,

 (Reg. 24,149)

Schiff, Hardin LLP
CUSTOMER NO. 26574
Patent Department
6600 Sears Tower
233 South Wacker Drive
Chicago, Illinois 60606
Telephone: 312/258-5781
Attorneys for Applicant.

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 on August 17, 2004.


JAMES D. HOBART

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 17 969.0

Anmeldetag: 17. April 2003

Anmelder/Inhaber: EPCOS AG, 81669 München/DE

Bezeichnung: Duplexer mit erweiterter Funktionalität.

IPC: H 03 H 7/46

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

BEST AVAILABLE COPY

Zitenzier

CERTIFIED COPY OF

Beschreibung

Duplexer mit erweiterter Funktionalität

5 Die Erfindung betrifft einen Duplexer. Ein Duplexer dient zur Trennung von Sende- und Empfangssignalen eines Frequenzbandes eines Übertragungssystems, vorzugsweise eines Mobilfunkstandards, das ein Frequency Division Duplex-Verfahren oder ein gemischtes Frequency Division/Time Division Duplex-
10 Verfahren nutzt. Das Frequenzband des Übertragungssystems ist in ein Sendeband und ein Empfangsband aufgeteilt. Ein Duplexer soll einerseits eine niedrige Einfügedämpfung im jeweiligen Durchlaßbereich und andererseits eine hohe Isolation der Empfangs- und Sendepfade, d. h. eine hohe
15 Unterdrückung eines in eine Richtung zu übertragenden Signals im Durchlaßbereich des in die entgegengesetzte Richtung zu übertragenden Signals gewährleisten.

Figur 1a zeigt schematisch einen bekannten Duplexer, der
20 einen Antennenport ANT, einen Sendeeingang TX-IN und einen Empfangsausgang RX-OUT aufweist. Der Sendeeingang TX-IN ist mit einem Leistungsverstärker (PA, Power Amplifier) und der Empfangsausgang RX-OUT mit einem rauscharmen Verstärker (LNA, Low Noise Amplifier) verschaltbar. Zwischen dem Antennenport
25 ANT und dem Sendeeingang TX-IN ist ein Sendepfad TX angeordnet. Zwischen dem Antennenport ANT und dem Empfangsausgang RX-OUT ist ein Empfangspfad RX angeordnet. In jedem Signalpfad ist ein Bandpaßfilter (Empfangs-Bandpaßfilter RX-BP im Empfangspfad RX bzw. Sende-Bandpaßfilter TX-BP im Sendepfad
30 TX) angeordnet. Alle Ports des Duplexers ANT, TX-IN, RX-OUT sind dabei unsymmetrisch ausgebildet.

Aus der Druckschrift US 2003/0060170 A1 ist außerdem ein in
Figur 1b schematisch dargestellter Duplexer bekannt, bei dem
35 alle Ports symmetrisch ausgebildet sind.

Es ist bekannt, zwischen dem Antennenport und dem Bandpaßfilter TX-BP und/oder RX-BP ein Anpassungsnetzwerk anzuordnen. Ein Anpassungsnetzwerk oder ein Impedanzwandler kann außerdem als Zwischenstufe zur Anpassung der Impedanz des
5 Sendeeingangs TX-IN und des Leistungsverstärkers und/oder zur Anpassung der Impedanz des Empfangsausgangs RX-OUT und des rauscharmen Verstärkers verwendet werden.

Unter einem Impedanzwandler wird in dieser Schrift eine
10 Schaltung verstanden, die eine Transformation der Ausgangsimpedanz einer ersten Stufe auf die Eingangsimpedanz einer nachgeschalteten zweiten Stufe durchführt, wobei sich diese Impedanzen voneinander deutlich, z. B. um mindestens Faktor 2 unterscheiden. Eine in geringerem Maße erforderliche
15 Impedanzanpassung zwischen den Stufen einer Schaltung kann durch ein Anpassungsnetzwerk durchgeführt werden.

Es ist auch bekannt, zwischen dem Empfangs-Bandpaßfilter und dem LNA mit einem differentiellen Eingang einen Balun zur
20 Symmetrisierung des Empfangssignals anzuordnen. Der Ausgang eines PA ist hingegen meist unsymmetrisch ausgebildet, so daß die Symmetrisierung des Sendesignals nicht erforderlich ist.

Die dem Duplexer vor- oder nachgeschalteten Schaltungselemente bilden zu dem Duplexer eine Schnittstelle, an der
25 bei einem Impedanzsprung ein Teil der Energie des Signals reflektiert wird, weswegen oft zusätzlich die Impedanzanpassung der Stufen erforderlich ist, wobei an den Anpassungselementen auch Signalverluste entstehen.

30 Aufgabe der Erfindung ist daher, einen Duplexer anzugeben, der erweiterte Funktionalität besitzt und insbesondere mit einem rauscharmen Verstärker, einem Leistungsverstärker oder einem diese Verstärker umfassenden Chipsatz ohne
35 Zwischenstufen verschaltbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Duplexer nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

- 5 Die Erfindung schlägt einen Duplexer zur Trennung von Sende- und Empfangssignalen eines definierten Frequenzbandes vor, welcher einen unsymmetrisch ausgebildeten Antennenport, einen Empfangsausgang und einen Sendeeingang aufweist. Zwischen dem Antennenport und dem Empfangsausgang des Duplexers ist ein
10 Empfangspfad angeordnet. Zwischen dem Antennenport und dem Sendeeingang ist ein Sendepfad angeordnet. Der Duplexer umfaßt ein Empfangs-Bandpaßfilter, das im Empfangspfad geschaltet ist, und ein Sende-Bandpaßfilter, das im Sendepfad geschaltet ist. Dabei ist der Empfangsausgang des Duplexers
15 oder sowohl der Empfangsausgang als auch der Sendeeingang symmetrisch ausgebildet.

- Dabei ist es möglich, daß das Empfangs-Bandpaßfilter (oder Sende-Bandpaßfilter) einen unsymmetrischen Ausgang (Eingang
20 bei Sende-Bandpaßfilter) hat und mit einem im Duplexer integrierten Balun verschaltet ist, dessen symmetrische Seite an den symmetrisch ausgebildeten Empfangsausgang (oder Sendeeingang) angeschlossen ist.

- 25 In einer vorteilhaften Variante der Erfindung ist das Empfangs-Bandpaßfilter (oder Sende-Bandpaßfilter) antennenseitig unsymmetrisch und auf der anderen, an den Empfangsausgang (oder Sendeeingang) angeschlossenen Seite symmetrisch ausgeführt.

30

- In einer weiteren Ausführungsform kann die Impedanz des Antennenports unterschiedlich von der Impedanz des Empfangsausgangs und/oder des Sendeeingangs sein, wobei die Impedanzen sich z. B. um mindestens den Faktor 2 unter-
35 scheiden. Dabei kann im entsprechenden Signalpfad antennenseitig oder alternativ auf der gegenüberliegenden Seite (nach dem Empfangs-Bandpaßfilter bzw. vor dem Sende-Bandpaßfilter)

ein Impedanzwandler angeordnet sein.

In einer weiteren Ausführungsform kann die Funktionalität des Impedanzwandlers im entsprechenden Bandpaßfilter realisiert sein, wobei sich die Eingangsimpedanz des Sende-Bandpaß-
5 filters und/oder des Empfangs-Bandpaßfilters von seiner Ausgangsimpedanz unterscheiden und an den gewünschten Impedanzpegel an den Ports des Duplexers angepaßt sind.

10 Ein gemäß der Erfindung ausgestalteter Duplexer hat gegenüber schon bekannten Duplexern den Vorteil, daß zwischen dem Duplexer und dem im Sendepfad vorgeschalteten Leistungsverstärker bzw. im Empfangspfad nachgeschalteten rauscharmen
Verstärker keine Zwischenstufen wie z. B. Balun oder - bei
15 unterschiedlichen Impedanzen des Duplexers und des entsprechenden Verstärkers - Impedanzwandler notwendig sind.

Die Bandpaßfilter können jeweils zumindest einen mit akustischen Oberflächenwellen arbeitenden Wandler, einen mit
20 akustischen Volumenwellen arbeitenden Resonator (Dünnschichtresonator), einen Mikrowellenkeramik-Resonator, einen LC-Resonator oder eine beliebige Kombination dieser Komponenten enthalten.

25 Die Bandpaßfilter sind vorzugsweise auf einem Trägersubstrat aus Keramik oder Laminat angeordnet, wobei Teile der Bandpaßfilter oder weitere passive Schaltungselemente im Trägersubstrat verborgen sein können.

30 Die Isolation zwischen dem Sendepfad und dem Empfangspfad des Duplexers beträgt vorzugsweise mehr als 40 dB.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die
35 Figuren 2 bis 11 zeigen ganz oder ausschnittsweise verschiedene erfindungsgemäße Duplexer.

Figur 1a zeigt einen bekannten Duplexer mit unsymmetrischen Ports.

5 Figur 1b zeigt einen bekannten Duplexer mit symmetrischen Ports.

Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäßen Duplexer mit einem unsymmetrisch ausgebildeten Sendeeingang.

10 Figur 3 zeigt einen weiteren erfindungsgemäßen Duplexer mit einem symmetrisch ausgebildeten Sendeeingang.

15 Figuren 4a, 4b, 4c zeigen jeweils einen weiteren erfindungsgemäßen Duplexer mit jeweils einem Impedanzwandler im Sende- und Empfangspfad.

20 Figur 5 zeigt einen weiteren erfindungsgemäßen Duplexer mit jeweils einem Anpassungsnetzwerk im Sende- und Empfangspfad.

Figur 6 zeigt einen erfindungsgemäßen Duplexer mit einem Phasenschieber.

25 Figuren 7a, 7b zeigen jeweils schematisch und ausschnittsweise ein im Empfangspfad des Duplexers angeordnetes Empfangs-Bandpaßfilter, das als Resonatorstapel der Dünnschichtresonatoren ausgebildet ist. Figur 7b zeigt eine unsymmetrisch-symmetrische Beschaltung der im Stapel angeordneten und akustisch miteinander gekoppelten
30 Dünnschichtresonatoren (links) sowie ein entsprechendes Ersatzschaltbild (rechts).

35 Figuren 7c, 7d zeigen jeweils schematisch und ausschnittsweise ein im Empfangspfad des Duplexers angeordnetes Empfangs-Bandpaßfilter, das mit

akustischen Oberflächenwellen arbeitende, akustisch miteinander gekoppelte Wandler aufweist.

- 5 Figur 8 zeigt schematisch und ausschnittsweise ein im Empfangspfad des Duplexers angeordnetes Empfangs-Bandpaßfilter, das als Resonatorstapel der akustisch und elektrisch miteinander gekoppelten Dünnschichtresonatoren ausgebildet ist.
- 10 Figur 9a zeigt schematisch und ausschnittsweise ein in Ladder-Type Anordnung ausgebildetes Grundglied des Empfangs-Bandpaßfilters.
- 15 Figur 9b zeigt schematisch und ausschnittsweise ein in Lattice-Type Anordnung ausgebildetes Grundglied des Empfangs-Bandpaßfilters.
- 20 Figur 10 zeigt im schematischen Querschnitt den Aufbau eines erfindungsgemäßen Duplexers, der als Bauelement in Flip-Chip Anordnung ausgebildet ist.
- 25 Figur 11 zeigt im schematischen Querschnitt den Aufbau eines erfindungsgemäßen Duplexers, der als Bauelement mit als Bonddrähte ausgeführten elektrischen Verbindungen ausgebildet ist.

In Figur 2 ist eine erste Variante des erfindungsgemäßen Duplexer DU mit einem unsymmetrisch ausgebildeten Sendeeingang TX-IN gezeigt. Der Duplexer weist einen

30 unsymmetrisch ausgebildeten Antennenport ANT und parallel zueinander verlaufende Signalpfade RX (Empfangspfad) und TX (Sendepfad), die an einem Ende an den Antennenport ANT direkt oder über eine hier nicht dargestellte Anpassungsschaltung und am gegenüberliegenden Ende jeweils an einen weiteren Port

35 (Empfangsausgang RX-OUT des Empfangspfades, Sendeeingang TX-IN des Sendepfades) angeschlossen sind. Im Sendepfad TX ist

ein Sende-Bandpaßfilter TX-BP und im Empfangspfad RX ein Empfangs-Bandpaßfilter RX-BP angeordnet.

5 Der Sendeeingang TX-IN ist in dieser Variante unsymmetrisch ausgebildet.

Der Empfangsausgang RX-OUT ist symmetrisch ausgebildet. Das Empfangs-Bandpaßfilter RX-BP ist am Eingang (antennenseitig) unsymmetrisch und ausgangsseitig symmetrisch ausgebildet und
10 weist daher eine im Filter integrierte Balun-Funktionalität auf.

Der Eingang des Sende-Bandpaßfilters TX-BP sowie der Ausgang des Empfangs-Bandpaßfilters RX-BP ist hier direkt mit dem
15 entsprechenden Port TX-IN bzw. RX-OUT verbunden. Möglich ist es auch, daß zwischen dem Ausgang des Empfangs-Bandpaßfilters RX-BP und dem Empfangsausgang RX-OUT und/oder zwischen dem Sendeeingang TX-IN und dem Eingang des Sende-Bandpaßfilters TX-BP eine weitere Schaltung (z. B. Anpassungsnetzwerk,
20 Impedanzwandler oder Balun) geschaltet ist.

In allen Ausführungsformen können die auf das Empfangs-Bandpaßfilter oder den Empfangspfad bezogenen, in Figuren und/oder im Text der Beschreibung erläuterten Merkmale ohne
25 Einschränkung auf das Sende-Bandpaßfilter bzw. Sendepfad übertragen werden.

Figur 3 zeigt eine Variante der Erfindung, bei der zwischen dem Empfangs-Bandpaßfilter RX-BP und dem Empfangsausgang RX-
30 OUT eine Schaltung geschaltet ist, die einerseits einen Balun BA zur Symmetrisierung des Empfangssignals und andererseits einen Impedanzwandler IW zur Anpassung der Ausgangsimpedanz des Empfangs-Bandpaßfilters RX-BP an die Impedanz der Nachstufe umfaßt. Der Ausgang des Empfangs-Bandpaßfilters RX-BP
35 ist hier entsprechend unsymmetrisch ausgebildet.

Der Sendeeingang TX-IN ist in dieser Variante symmetrisch ausgebildet, wobei der Eingang des Sende-Bandpaßfilter TX-BP ebenfalls symmetrisch ausgeführt ist. Es ist aber auch möglich, ein Sende-Bandpaßfilter TX-BP mit einem unsymmetrischen Eingang zu verwenden und zwischen diesem Eingang und dem Sendeeingang TX-IN einen Balun zu schalten.

In Figuren 4a, 4b ist die Möglichkeit vorgestellt, einen Impedanzwandler IW im Empfangspfad RX bzw. einen Impedanzwandler IW1 im Sendepfad TX jeweils antennenseitig anzuordnen. In Figur 4a sind die Impedanzwandler IW, IW1 gezeigt, die jeweils mit einem unsymmetrischen Eingang und einem unsymmetrischen Ausgang ausgebildet sind. Die Filter TX-BP und RX-BP sind mit einem unsymmetrischen Eingang und einem symmetrischen Ausgang ausgebildet.

In Figur 4b ist eine Variante der Erfindung gezeigt, wobei die Filter TX-BP und RX-BP jeweils mit einem symmetrischen Eingang und einem symmetrischen Ausgang ausgebildet sind. Die Impedanzwandler IW, IW1 weisen eine Balun-Funktionalität auf und haben einen unsymmetrischen Eingang und einen symmetrischen Ausgang.

In der in Figur 4c gezeigten Variante sind die Impedanzwandler IW, IW1 im jeweiligen Pfad RX bzw. TX ausgangsseitig angeordnet und mit symmetrischem Ein- und Ausgang ausgebildet. Die Filter TX-BP und RX-BP sind wie in Figur 4a schon erklärt ausgebildet.

Anstelle der Impedanzwandler IW, IW1 kann im entsprechenden Signalpfad auch eine andere Schaltung angeordnet werden, wie z. B. in Figur 5 gezeigte Anpassungsnetzwerke MA, MA1.

In Figur 6 ist im Empfangspfad RX ein Phasenschieber angeordnet, der alternativ auch im Sendepfad TX oder in beiden Pfaden angeordnet werden kann.

In einer bevorzugten Variante kann ein im Empfangspfad RX angeordnetes Anpassungsnetzwerk MA bzw. Phasenschieber PH eine (an die Phasendrehung von 180° im Smith-Diagramm) angepaßte Transformationsleitung (vorzugsweise eine $\lambda/4$ -
5 Leitung) sein, die im Durchlaßbereich des Sende-Bandpaßfilters TX-BP ein offenes Ende am Eingang des Empfangs-Bandpaßfilters RX-BP gewährleistet.

Figur 7a zeigt schematisch und ausschnittsweise ein im
10 Empfangspfad des Duplexers angeordnetes Empfangs-Bandpaßfilter RX-BP, das als Resonatorstapel RS der Dünnschichtresonatoren RE und RE1 ausgebildet ist. Der Resonator RE besteht aus zwei Elektroden E1 und E2 und einer dazwischen angeordneten piezoelektrischen Schicht PS. Analog ist der
15 Resonator RE1 aus Elektroden E3, E4 und der piezoelektrischen Schicht PS1 aufgebaut. Die Dünnschichtresonatoren RE und RE1 sind akustisch über das Koppelschichtsystem KS gekoppelt. Die Resonatoren RE, RE1 und das Koppelschichtsystem KS bilden zusammen den Resonatorstapel RS. Der Resonatorstapel ist auf
20 einem Trägersubstrat TS angeordnet, wobei zwischen dem Trägersubstrat TS und dem Resonatorstapel RS ein akustischer Spiegel AS vorgesehen ist, der das Heraustreten der akustischen Welle in Richtung Trägersubstrat verhindert. Der akustische Spiegel AS weist eine Schicht LZ mit niedriger
25 akustischer Impedanz und eine Schicht HZ mit hoher akustischer Impedanz auf.

Das Koppelschichtsystem KS stellt meist einen teilweise durchlässigen akustischen Spiegel dar und kann aus einer oder
30 mehreren Schichten bestehen. In Figur 7b ist angedeutet, daß das Koppelschichtsystem KS aus einer Abfolge der Schichten LZ, HZ mit niedriger bzw. hoher akustischer Impedanz bestehen kann.

35 Das Trägersubstrat TS umfaßt eine oder mehrere dielektrische Schichten, wobei auf, unter und (bei mehreren Schichten) zwischen den dielektrischen Schichten Metallisierungsebenen

ME angeordnet sind. Die Metallisierungsebenen ME sind miteinander mittels Durchkontaktierungen DK sowie mit den auf der Substratoberseite angeordneten Bauelement-Strukturen, z. B. Resonatoren oder Filtern, und der (unten angeschlossenen) Platine des Endgeräts mittels Durchkontaktierungen DK, Verbindungsleitungen und elektrischen Anschlüsse verbunden. In den Metallisierungsebenen ME können zumindest teilweise Anpassungselemente, die Bandpaßfilter TX-BP und RX-BP sowie weitere Schaltungselemente (z. B. Induktivitäten, Kapazitäten, Leitungsabschnitte) ausgebildet sein.

In Figur 7b links ist eine beispielhafte unsymmetrisch-symmetrische Verschaltung (Balun-Schaltung) der gestapelten Resonatoren RE1 und RE gezeigt. Rechts ist ein entsprechendes Ersatzschaltbild vorgestellt. Dabei ist der Resonator RE1 an einen unsymmetrischen Port mit einer signalführenden Leitung und einem dieser zugeordneten elektrischen Anschluß T1 angeschlossen. Der Resonator RE ist an einen symmetrischen Port mit zwei signalführenden Leitungen und diesen zugeordneten elektrischen Anschlüssen T21, T22 angeschlossen. Das so verschaltete Empfangs-Bandpaßfilter RX-BP realisiert eine Balun-Funktionalität des Duplexers im Empfangspfad. Durch die Integration der Balun-Funktionalität im Empfangs-Bandpaßfilter RX-BP läßt sich ein als diskretes Bauelement ausgeführter, einem Duplexer nachzuschaltender Balun im Empfangspfad des Endgerätes erfindungsgemäß einsparen.

Figur 7c zeigt ausschnittsweise Ersatzschaltbild eine weitere vorteilhafte Variante der Erfindung mit einem in SAW Technik (SAW = surface acoustic wave) ausgebildeten Empfangs-Bandpaßfilter RX-BP, das eine integrierte Balun-Funktionalität aufweist. Der elektrische Anschluß T1 ist dem unsymmetrischen Port, vorzugsweise einem Eingangsport des Bandpaßfilters, zugeordnet und an einen ersten Wandler W1 (Eingangswandler) angeschlossen. Der Wandler W1 ist akustisch mit Wandlern W21 und W22 (Ausgangswandler) gekoppelt. Die

Wandler W1, W21 und W22 sind mit akustischen Oberflächenwellen arbeitende Interdigitalwandler.

Die Wandler W1, W21 und W22 sind in einer von Reflektoren RF1, RF2 begrenzten akustischen Spur angeordnet, wobei der Eingangswandler W1 zwischen den Ausgangswandlern W21 und W22 liegt.

Der Ausgangswandler W21 ist zwischen dem elektrischen Anschluß T21 eines symmetrisch ausgebildeten Ports (Ausgangs-ports) und Masse geschaltet. Der Ausgangswandler W22 ist zwischen dem elektrischen Anschluß T22 desselben Ports und Masse geschaltet.

Figur 7d zeigt eine Weiterbildung der in Figur 7c schon erläuterten Schaltung, wobei die heißen Anschlüsse der Ausgangswandler W21, W22 nicht direkt, sondern über eine nachgeschaltete Struktur mit den Anschlüssen T21 bzw. T22 verbunden sind. Die nachgeschaltete Struktur stellt ein Grundglied einer an sich bekannten, für eine symmetrische Signalführung geeigneten Ladder-Type Anordnung dar.

Die heißen Anschlüsse der Wandler W21, W22 sind mit den entsprechenden Anschlüssen T21, T22 des symmetrischen Ports jeweils über eine signalführende Signalleitung verbunden. In jeder Signalleitung ist ein Serienresonator (entsprechend RE1 oder RE2) geschaltet. Die beiden Signalleitungen sind miteinander über einen Parallelzweig und einen darin angeordneten Parallelresonator RE verbunden. Der Parallelresonator RE ist beispielsweise als SAW Eintorresonator oder als FBAR Resonator ausgebildet (FBAR = thin film bulk acoustic wave resonator).

Figur 8 zeigt eine weitere Ausgestaltung des Empfangs-Bandpaßfilters RX-BP. Der Resonatorstapel RS besteht aus übereinander angeordneten Resonatoren RE und RE1, die eine gemeinsame Elektrode E2 haben. Der Resonatorstapel RS ist in

Membrantechnologie über einem im Substrat TS ausgebildeten Hohlraum HR angeordnet.

Figuren 9a und 9b zeigen beispielhafte Beschaltungen von Resonatoren als Grundglied einer Ladder-Type Anordnung (Figur 9a) und einer Lattice-Type Anordnung (Figur 9b). Die Grundglieder können mit weiteren gleich oder unterschiedlich gestalteten Grundgliedern kombiniert werden und bilden zusammen ein Bandpaßfilter, hier das ausschnittsweise gezeigte Empfangs-Bandpaßfilter RX-BP. Anstelle der Resonatoren können auch akustische Wandler verwendet werden.

Figur 10 zeigt einen beispielhaften Aufbau des in Flip-Chip-Anordnung ausgeführten erfindungsgemäßen Duplexers im schematischen Querschnitt. In dieser Variante der Erfindung ist ein Chip CH, der auf dem Trägersubstrat TS aufgebrachte Bauelementstrukturen wie z. B. den Resonator RE bzw. Bandpaßfilter RX-BP, TX-BP trägt, auf einem weiteren Trägersubstrat TS' angeordnet und mit diesem über Bumps BU elektrisch und mechanisch verbunden.

Figur 11 zeigt eine weitere Möglichkeit, den auf einem Trägersubstrat TS' montierten Chip CH mit diesem über Bonddrähte BD elektrisch zu verbinden.

Der Duplexer kann einen Teil eines modular aufgebauten Bauelements, z. B. eines Frontendmoduls, bilden.

Neben den in den Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren vorgestellten Verwirklichungen der Erfindung sind noch eine Reihe weiterer Kombinationen denkbar, die durch Weglassen einzelner Komponenten oder durch Kombination einzelner Komponenten der beschriebenen Ausführungsbeispiele erhalten werden können. Als Schichten oder strukturierte Schichten ausgebildete Elemente können jeweils einen Mehrschichtaufbau aufweisen.

Bezugszeichen

	DU	Duplexer
	RX	Empfangspfad
5	TX	Sendepfad
	ANT	Antennenport
	RX-BP	Empfangs-Bandpaßfilter
	TX-BP	Sende-Bandpaßfilter
	RX-OUT	Empfangsausgang
10	TX-IN	Sendeeingang
	IW, IW1	Impedanzwandler
	RE, RE1, RE2	Resonatoren
	RS	Resonatorstapel
	MA, MA1	Anpassungsnetzwerk
15	CH	Chip
	TS, TS'	Trägersubstrat
	DS	dielektrisch Schicht
	ME	Metallisierungsebene
	DK	Durchkontaktierungen
20	HR	Hohlraum
	AS	akustischer Spiegel
	KS	Koppelschichtsystem
	LZ	Schicht mit niedriger akustischer Impedanz
	HZ	Schicht mit hoher akustischer Impedanz
25	BU	Bump
	BD	Bonddraht
	E1 bis E4	Elektroden
	PS, PS1	piezoelektrische Schicht
	T1	elektrischer Anschluß eines unsymmetrischen Ports
30	T21, T22	elektrische Anschlüsse eines symmetrischen Ports
	W1	Eingangswandler
	W21, W22	Ausgangswandler
	RF1, RF2	Reflektoren

Patentansprüche

1. Duplexer (DU) zur Trennung von Sende- und Empfangssignalen eines definierten Frequenzbandes,
5 mit einem Antennenport (ANT), einem Empfangsausgang (RX-OUT) und einem Sendeeingang (TX-IN),
mit einem Empfangspfad (RX), der zwischen dem Antennenport (ANT) und dem Empfangsausgang (RX-OUT) angeordnet ist,
10 mit einem Sendepfad (TX), der zwischen dem Antennenport (ANT) und dem Sendeeingang (TX-IN) angeordnet ist,
umfassend ein Empfangs-Bandpaßfilter (RX-BP), das im Empfangspfad (RX) geschaltet ist, und ein Sende-Bandpaßfilter (TX-BP), das im Sendepfad (TX) geschaltet
15 ist,
wobei der Antennenport (ANT) unsymmetrisch ausgebildet ist, und
wobei der Empfangsausgang (RX-OUT) symmetrisch ausgebildet ist.
20
2. Duplexer nach Anspruch 1,
bei dem das Empfangs-Bandpaßfilter (RX-BP) ausgangsseitig unsymmetrisch ausgebildet ist, und
bei dem zwischen dem Empfangs-Bandpaßfilter (RX-BP) und
25 dem Empfangsausgang (RX-OUT) ein Balun angeordnet ist.
3. Duplexer nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem der Sendeeingang (TX-IN) unsymmetrisch ausgeführt ist.
30
4. Duplexer nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem der Sendeeingang (TX-IN) symmetrisch ausgeführt ist.
- 35 5. Duplexer nach Anspruch 4,
bei dem das Sende-Bandpaßfilter (TX-BP) eingangsseitig

symmetrisch ausgeführt ist.

6. Duplexer nach Anspruch 4,
bei dem das Sende-Bandpaßfilter (TX-BP) eingangsseitig
5 unsymmetrisch ausgebildet ist, und
bei dem zwischen dem Sende-Bandpaßfilter (TX-BP) und dem
Sendeeingang (TX-IN) ein Balun angeordnet ist.
7. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
10 bei dem die Impedanz des Antennenports (ANT)
unterschiedlich von der Impedanz des Empfangsausgangs
(RX-OUT) und/oder des Sendeeingangs (TX-IN) ist.
8. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
15 bei dem sich die Eingangsimpedanz des Sende-Bandpaß-
filters (TX-BP) und/oder des Empfangs-Bandpaßfilters (RX-
BP) von seiner Ausgangsimpedanz unterscheiden.
9. Duplexer nach Anspruch 8,
20 bei dem sich die Ein- und Ausgangsimpedanz des Sende-
Bandpaßfilters (TX-BP) und/oder des Empfangs-Bandpaß-
filters (RX-BP) um mindestens den Faktor 2 unterscheiden.
10. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
25 bei dem in zumindest einem der Bandpaßfilter (TX-BP, RX-
BP) ein mit akustischen Oberflächenwellen arbeitender
Wandler und/oder ein Mikrowellenkeramik-Resonator
und/oder ein LC-Resonator angeordnet ist.
- 30 11. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
bei dem in zumindest einem der Bandpaßfilter (TX-BP, RX-
BP) mindestens ein mit akustischen Volumenwellen
arbeitender Resonator (RE) angeordnet ist.
- 35 12. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
der auf einem Trägersubstrat (TS) angeordnet ist, das
eine oder mehrere dielektrische Schichten (DS) und auf,

unter und zwischen den dielektrischen Schichten (DS) angeordnete Metallisierungsebenen (ME) umfaßt.

13. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

5 bei dem im Empfangspfad (RX) und/oder Sendepfad (TX) antennenseitig ein Anpassungsnetzwerk (MA, MA1) angeordnet ist.

14. Duplexer nach Anspruch 13,

10 bei dem das Anpassungsnetzwerk (MA) im Empfangspfad (RX) angeordnet ist und eine angepaßte Transformationsleitung umfaßt.

15. Duplexer nach einem der Ansprüche 12 bis 14,

15 bei dem das Sende-Bandpaßfilter (TX-BP) und/oder das Empfangs-Bandpaßfilter (RX-BP) und/oder das Anpassungsnetzwerk (MA, MA1) zumindest teilweise in den Metallisierungsebenen (ME) des Trägersubstrats (TS) ausgebildet sind.

20

16. Duplexer nach einem der Ansprüche 12 bis 14,

bei dem das Sende-Bandpaßfilter (TX-BP) und/oder das Empfangs-Bandpaßfilter (RX-BP) und/oder das Anpassungsnetzwerk (MA, MA1) jeweils als ein Chip (CH) ausgebildet ist, der auf dem Trägersubstrat (TS) angeordnet ist.

25

17. Duplexer nach Anspruch 14,

bei dem der oder die Chips (CH) mittels Bonddrähte (BD) oder in Flip-Chip-Anordnung mittels Bumps (BU) mit dem Trägersubstrat (TS) elektrisch verbunden sind.

30

18. Duplexer nach einem der Ansprüche 12 bis 17,

bei dem die dielektrischen Schichten (DS) des Trägersubstrats (TS) aus Keramik oder Laminat ausgebildet sind.

35

19. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 18,

bei dem das Sende-Bandpaßfilter (TX-BP) und/oder das

Empfangs-Bandpaßfilter (RX-BP) zumindest ein Glied einer Ladder-Type und/oder Lattice-Type Anordnung aufweist.

20. Duplexer nach einem der Ansprüche 11 bis 19

- 5 bei dem mindestens eines der Bandpaßfilter (TX-BP, RX-BP) mehrere übereinander im Stapel angeordnete, akustisch und/oder elektrisch miteinander gekoppelte, mit akustischen Volumenwellen arbeitende Resonatoren (RE, RE1) umfaßt, wobei die Resonatoren (RE, RE1) jeweils eine
10 piezoelektrische Schicht (PS) aufweisen, die zwischen zwei Elektroden (E1, E2) angeordnet ist, und zusammen einen Resonatorstapel (RS) bilden.

21. Duplexer nach Anspruch 20

- 15 bei dem zwei direkt übereinander angeordnete Resonatoren (RE, RE1) eine gemeinsame Elektrode (E2) haben.

22. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 21,

- 20 bei dem die Isolation zwischen dem Sendepfad (TX) und dem Empfangspfad (RX) mehr als 40 dB beträgt.

23. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 22,

bei dem im Sendepfad (TX) und/oder Empfangspfad (RX) zwischen dem Antennenport (ANT) und dem entsprechenden
25 Bandpaßfilter (RX-BP, TX-BP) ein Phasenschieber (PH) angeordnet ist, der zur Aufspaltung der vom Antennenport (ANT) kommenden Sende- und Empfangssignale entsprechend auf den Sende- und Empfangspfad dient.

30 24. Duplexer nach einem der Ansprüche 1 bis 23,

bei dem im Sendepfad (TX) und/oder Empfangspfad (RX) ein dem Sende-Bandpaßfilter und/oder dem Empfangs-Bandpaßfilter vor- oder nachgeschalteter Impedanzwandler (IW) vorgesehen ist.

Zusammenfassung

Duplexer mit erweiterter Funktionalität

5 Die Erfindung betrifft einen Duplexer, der einen unsymmetrischen Antennenport und einen symmetrischen Empfangsausgang aufweist und daher mit einem rauscharmen Verstärker mit einem differentiellen Eingang ohne Zwischenstufen verschaltbar ist. Im Empfangspfad des Duplexers ist ein Empfangs-Bandpaßfilter
10 angeordnet, das vorzugsweise eine Balun-Funktionalität aufweist. In einer Variante der Erfindung kann zusätzlich der Sendeeingang des Duplexers symmetrisch ausgeführt sein, wobei ein im Sendepfad angeordnetes Sende-Bandpaßfilter vorzugsweise eingangsseitig symmetrisch ausgebildet ist. Die Impe-
15 danz des Antennenports des Duplexers kann von der Impedanz des Empfangsausgangs oder des Sendeeingangs unterschiedlich sein. Die Erfindung hat den Vorteil, daß zwischen dem Duplexer und dem im Sendepfad vorgeschalteten bzw. im Empfangspfad nachgeschalteten Verstärker keine Zwischenstufen
20 wie z. B. Balun oder - bei unterschiedlichen Impedanzen des Duplexers und des entsprechenden Verstärkers - Impedanzwandler notwendig sind.

25 Figur 2

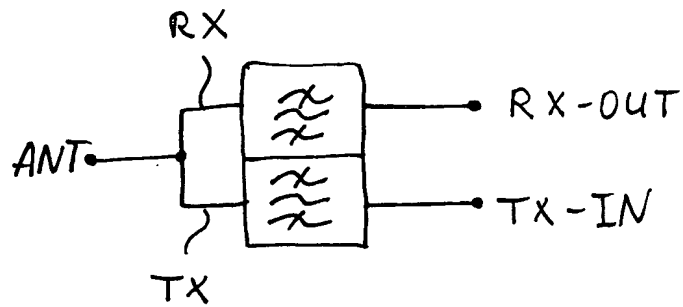


Fig. 1a

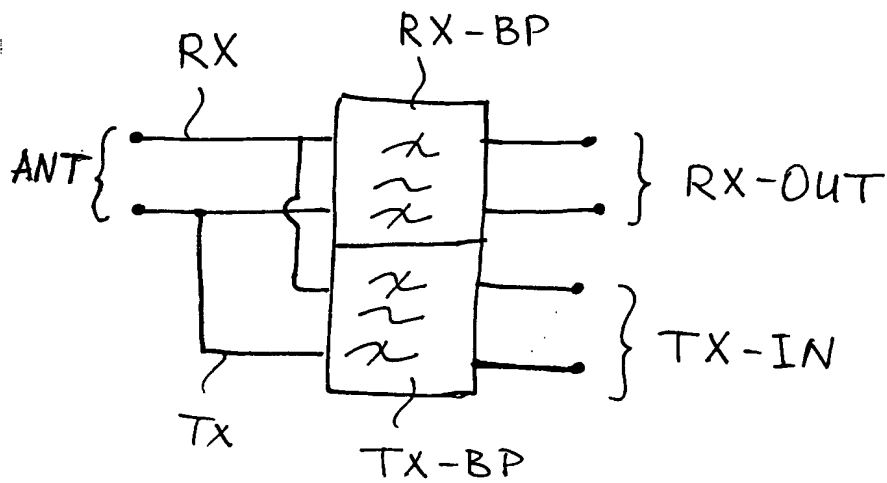
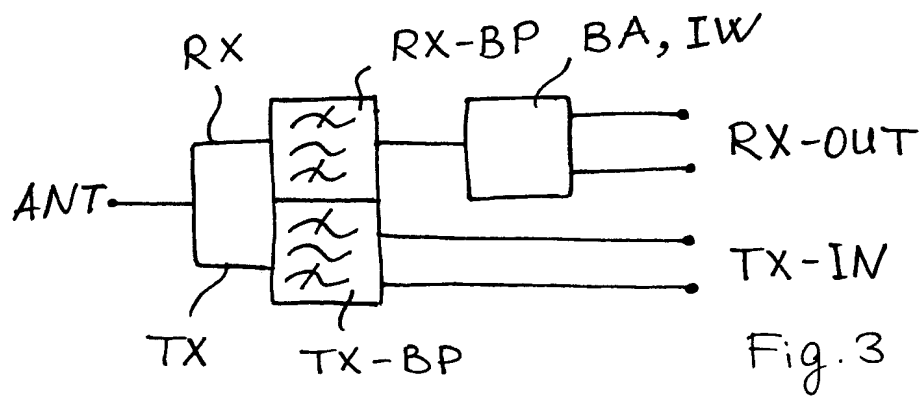
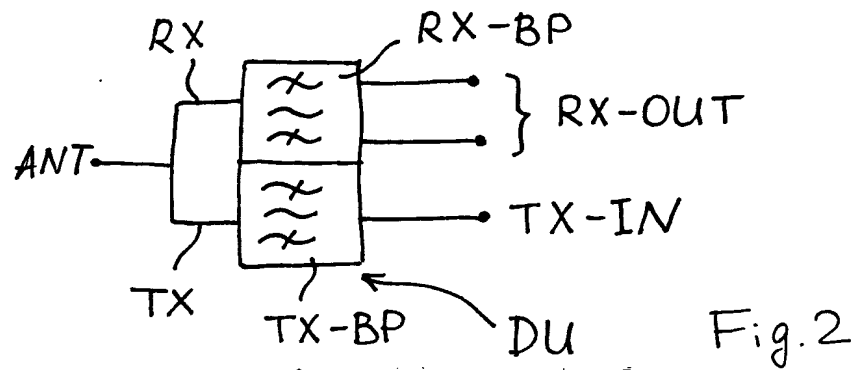


Fig. 1b



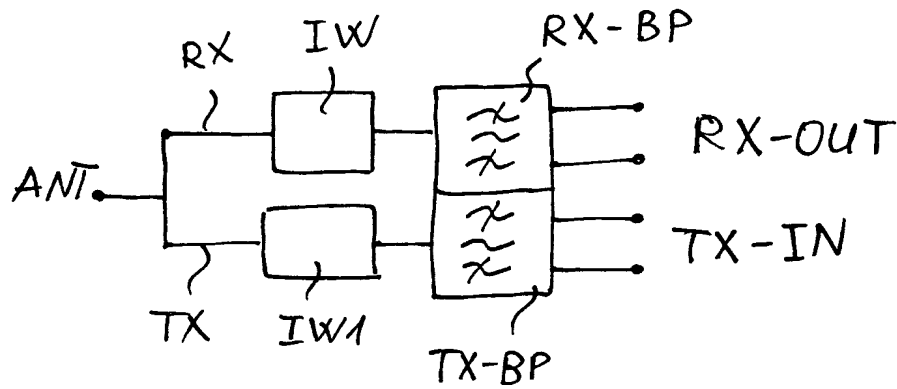


Fig. 4a

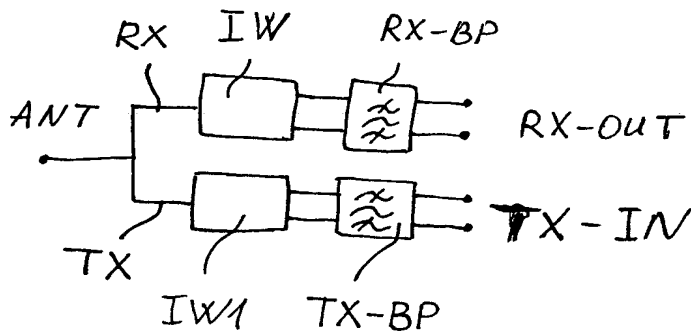


Fig. 4b

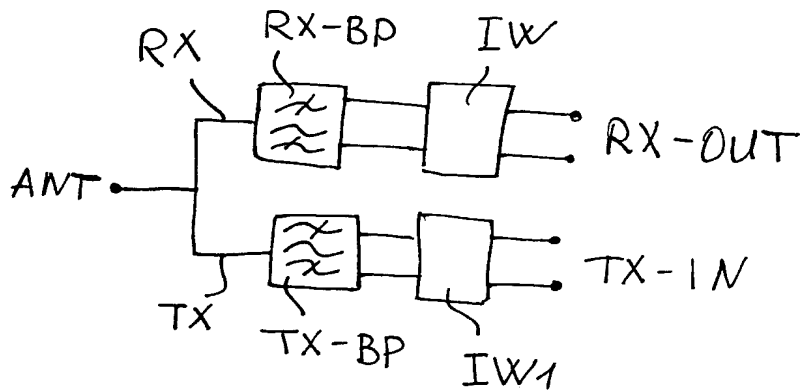


Fig. 4c

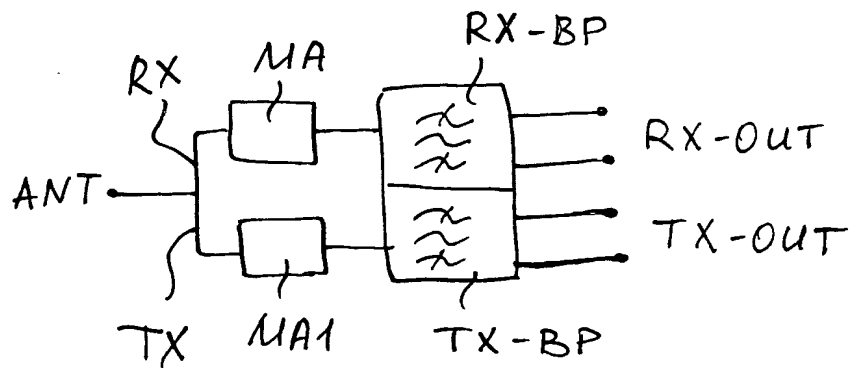


Fig. 5

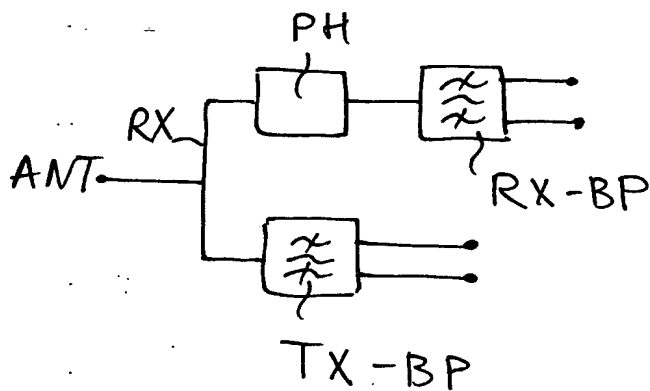


Fig. 6

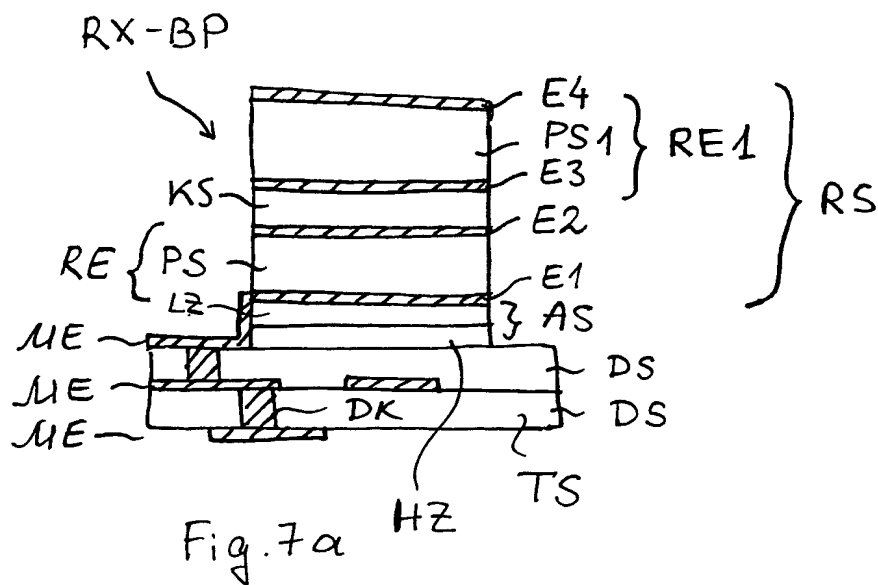


Fig. 7a

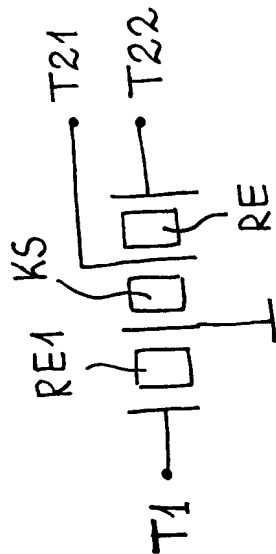
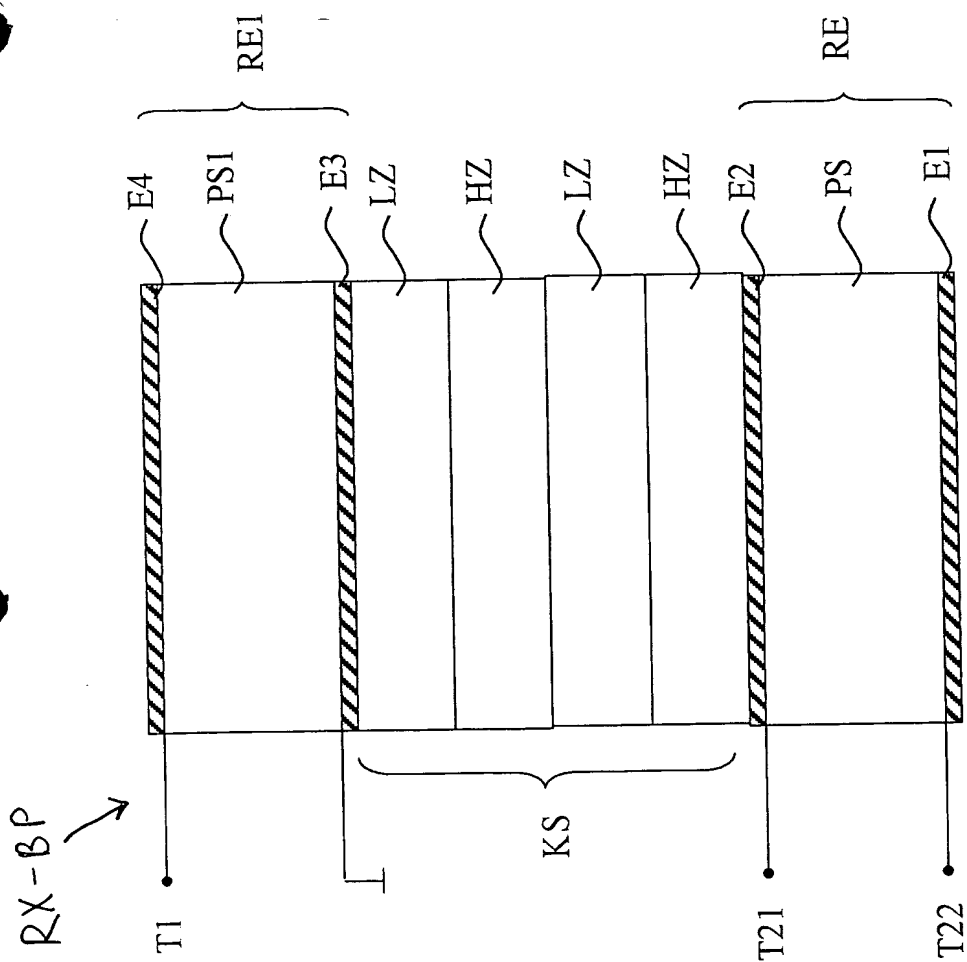
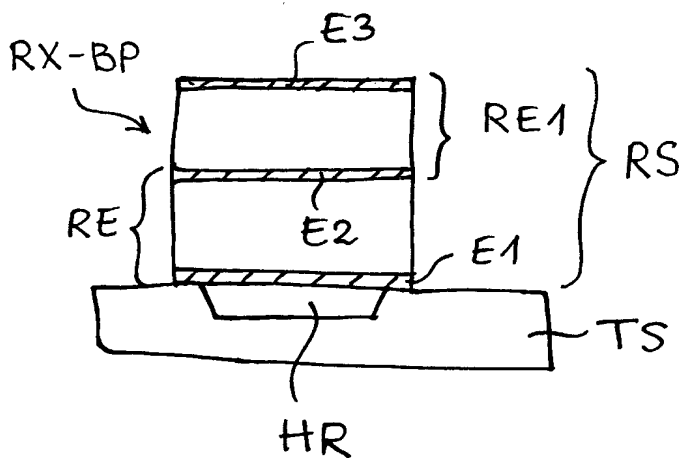
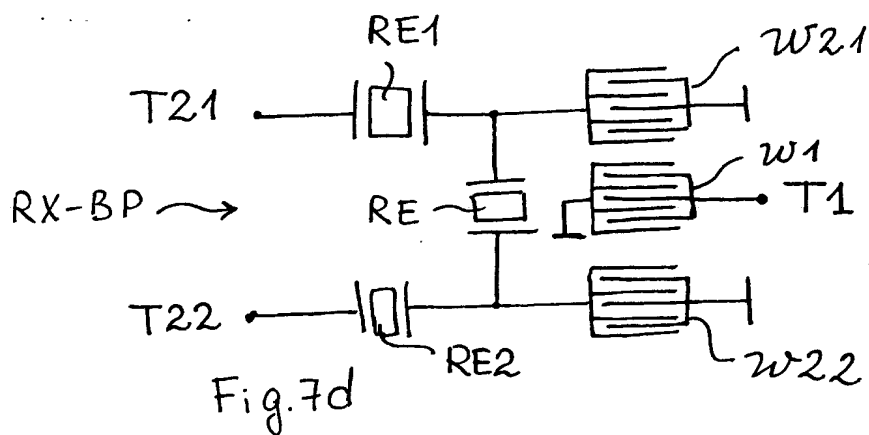
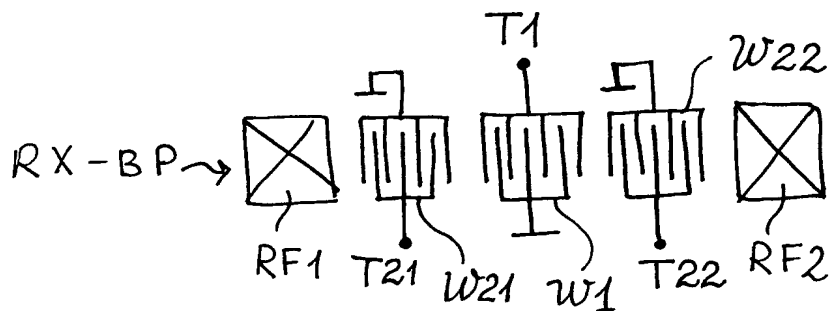


Fig. 7b



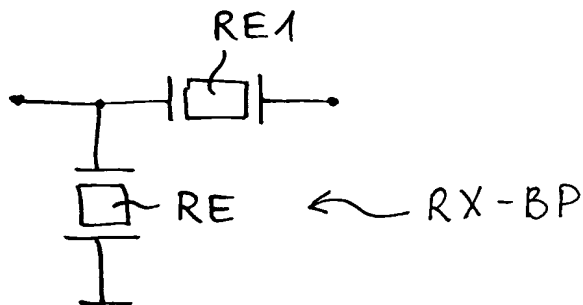


Fig. 9a

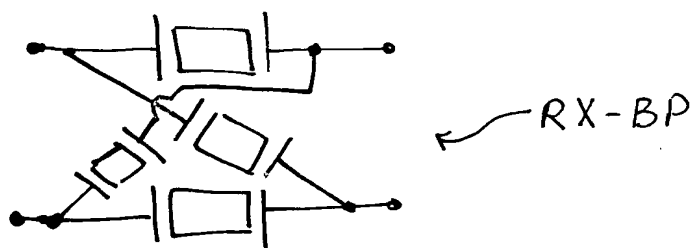


Fig. 9b

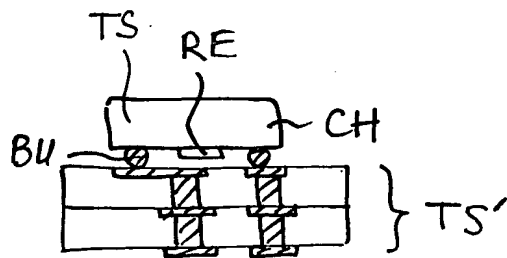


Fig. 10

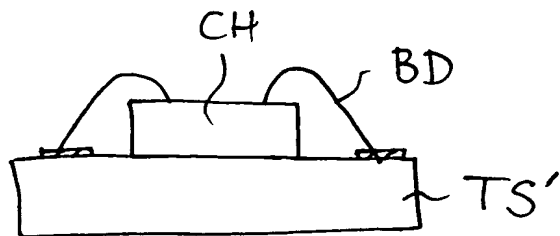


Fig. 11